

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2002年11月14日
November 14, 2002

出願番号
Application Number:

特願2002-330708

[ST. 10/C]:

[JP 2002-330708]

出願人
Applicant(s):

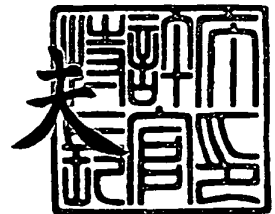
シャープ株式会社
Sharp Kabushiki Kaisha

August 19, 2003
2003年 8月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫

Yasuo IMAI



出証番号 出証特2003-3067733

Shutsu-sho No. Shutsu-sho-toku 2003-3067733

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月14日
Date of Application:

出願番号 特願2002-330708
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2002-330708]

出願人 シャープ株式会社
Applicant(s):

2003年 8月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3067733

【書類名】 特許願

【整理番号】 1021844

【提出日】 平成14年11月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 5/22

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 菅 康夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100083703

【弁理士】

【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】

【識別番号】 100096781

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀井 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208500

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 自励発振型半導体レーザ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 導電型の半導体基板上において、第 1 導電型の第 1 クラッド層と、活性層と、ストライプ状リッジ部分を有する第 2 導電型の第 2 クラッド層とが順次積層されており、

前記第 2 クラッド層の前記リッジ部両側面上および前記リッジ部以外の平坦部上に形成された埋め込み層中において、前記第 2 クラッド層と同等以上の屈折率を有しかつレーザ発振光を吸収しない材料層を介して可飽和吸収層が設けられていることを特徴とする自励発振型半導体レーザ。

【請求項 2】 前記可飽和吸収層は量子井戸構造を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 3】 可飽和吸収層の両面は、その可飽和吸収層よりも広いバンドギャップを有する 2 つの半導体層で挟みこまれていることを特徴とする請求項 1 に記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 4】 前記可飽和吸収層を挟みこむ 2 つの半導体層のうちで、リッジ部から遠い方の半導体層の屈折率が前記第 2 クラッド層に比べて小さいことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 5】 前記可飽和吸収層の上層と下層の少なくとも一方に、第 2 クラッド層と同じ組成の半導体層が形成されていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 6】 前記第 2 クラッド層から見て前記可飽和吸収層の反対側において、レーザ発振光を吸収する材料で電流阻止層が形成されていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 7】 前記第 2 クラッド層から見て前記可飽和吸収層の反対側において、前記第 2 クラッド層より小さな屈折率を有しかつレーザ発振光を吸収しない材料で電流阻止層が形成されていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 8】 前記活性層は発光層が 2 つの光ガイド層で挟まれた S C H 構

造を含み、リッジ側に光が広がるように積層方向に非対称構造を有していることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 9】 前記第 2 クラッド層側の前記光ガイド層は、前記第 1 クラッド層側の前記光ガイド層に比べて大きな厚さを有していることを特徴とする請求項 8 に記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 10】 前記第 2 クラッド層は、前記第 1 クラッド層に比べて大きい屈折率を有していることを特徴とする請求項 8 に記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 11】 前記自励発振型半導体レーザは AlGaInP 系レーザであって、前記基板は GaAs からなり、前記可飽和吸収層が AlGaAs 系半導体で形成されていることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれかに記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 12】 前記可飽和吸収層の下面に前記第 2 クラッド層に比べて屈折率の大きい AlGaAs 層を形成し、この AlGaAs 層の Al 組成比を 0.4 から 0.6 の範囲内に設定し、前記可飽和吸収層の上面に GaAs 層が形成されていることを特徴とする請求項 11 に記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 13】 前記可飽和吸収層の下面に前記第 2 クラッド層より屈折率の大きい AlGaAs 層を形成し、この AlGaAs 層の Al 組成比を 0.4 から 0.6 の範囲内に設定し、前記可飽和吸収層の上面に Al 組成比が 0.6 以上に設定された AlGaAs 層が形成されていることを特徴とする請求項 11 に記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 14】 前記埋め込み層はストライプ状のリッジ形状にされていることを特徴とする請求項 1 に記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 15】 前記リッジ状埋め込み層上に絶縁膜が形成されていることを特徴とする請求項 14 に記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項 16】 前記 GaAs 基板上に形成された前記 AlGaInP 系自励発振型半導体レーザにおいて、前記埋め込み層中の前記可飽和吸収層の下面と上面の少なくとも一方に、第 2 クラッド層に比べて大きな屈折率の AlGaAs 層を形成し、この AlGaAs 層の Al 組成比を 0.4 から 0.6 の範囲内に設

定し、そのAlGaAs層をリッジ形状として、その上に前記絶縁膜が形成されていることを特徴とする請求項15に記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項17】 異なる発振波長の複数の半導体レーザがモノリシックに形成されており、前記複数の半導体レーザのそれぞれには同じ半導体材料からなる前記可飽和吸収層を含む前記埋め込み層が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の自励発振型半導体レーザ。

【請求項18】 AlGaAs系半導体レーザとAlGaInP系半導体レーザがモノリシックに形成された2波長半導体レーザであって、前記可飽和吸収層がAlGaAs系半導体で形成されていることを特徴とする請求項17に記載の自励発振型半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半導体レーザに関し、特に光ディスク等における記録再生用光源に適した低雑音の自励発振型半導体レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】

単一軸モードで発振する半導体レーザにおいて、光ディスク面から反射された戻りレーザ光が入射すれば、その半導体レーザの発振状態が戻り光との干渉に起因して不安定に変化して雑音を生じる。このような雑音は戻り光誘起雑音と呼ばれ、光ディスク等における再生用光源として半導体レーザを使用する場合の大きな障害となる。

【0003】

従来では、戻り光による雑音を低減させるために、半導体レーザの駆動電流に高周波を重畳させて、レーザ光の可干渉性を低下させる方法が広く用いられてきた。しかし、この方法では、高周波重畳のための外部回路が必要になって、部品コストが上がりかつ部品サイズが大きくなり、さらには電磁波を放射するという問題を生じ得る。

【0004】

他方、可飽和吸収領域を光導波路内に備えた自励発振型半導体レーザでは、可飽和吸収領域の働きによって数百メガヘルツから数ギガヘルツの周波数範囲内でレーザ発振強度が自己振動し、レーザ光の可干渉性が小さくされ得る。また、自励発振型半導体レーザでは、高周波電流の重畳を必要としないので、そのための外部回路が不要となり、電磁波を放射しない小型のピックアップ部品の作製が可能になる。

【0005】

図11は、従来例1による自励発振型半導体レーザを模式的な断面図で図解している。ここでは、赤色発光の自励発振型半導体レーザとして、AlGaInP系の半導体レーザが一例として示される。

【0006】

図11の半導体レーザは、n型GaAs基板1とその上にエピタキシャル成長させられた半導体積層構造とを備えている。すなわち、この半導体積層構造は、基板側から順に積層されたn型AlGaInP第1クラッド層2、GaInP活性層3、およびp型AlGaInP第2クラッド層4を含んでいる。第2クラッド層4はストライプ状リッジ部分を有しており、そのリッジ部分の両側（非リッジ部分）はリッジ部分より薄くなっている。第2クラッド層4のリッジ部分の上には、p型GaInP中間層5とp型GaAsコンタクト層6が形成されている。ストライプ状リッジの両側には、n型GaAs埋め込み層9が形成されている。水平方向に関する光の閉じ込めは、リッジのある部分とない部分との間に生じる実効的屈折率差 Δn によって達成される。半導体積層構造の上面にはp側電極10が設けられており、基板1の裏面にはn側電極11が設けられている。

【0007】

この従来例1の自励発振型半導体レーザでは、実効屈折率差 Δn を小さく設計することによって、活性層3に平行な水平方向の光閉じ込めを弱くし、ストライプの両側部分の活性層における光密度を上げ、この部分を可飽和吸収領域として働かせることによって自励発振を実現している。

【0008】

従来例1の構造は、一般的に広く自励発振型半導体レーザとして利用されて

いるが、ストライプの両側部分の活性層を可飽和吸収領域として用いるので、この領域への光密度を高める必要があり、活性層に垂直な方向における光閉じ込めも高く設定しなければならない。その結果、活性層に垂直な方向における出射光の広がり角が大きくなって、ビーム断面の楕円率が大きくなり、さらには端面光密度が上がってCOD（光学損傷）レベルが低下するという問題を生じ得る。

【0009】

これらの問題を解決するために、本発明者らは、従来例1の埋め込み層中に可飽和吸収領域を形成することによって、活性層に垂直な積層方向における光閉じ込めを高くする必要がなく、ビーム断面の楕円率の小さい自励発振型半導体レーザを提供した（特許第3199158号参照）。この自励発振型半導体レーザが、従来例2として図12の模式的な断面図に示されている。

【0010】

図12の半導体レーザは、n型GaAs基板1と、その上に成長させられた半導体積層構造とを備えている。この半導体積層構造は、基板側から順に積層されたn型（Al_{0.65}Ga_{0.35}）InP第1クラッド層2、GaInP活性層3、およびp型（Al_{0.65}Ga_{0.35}）InP第2クラッド層4を含んでいる。第2クラッド層4は、ストライプ状リッジ部分4aを有しており、そのリッジ部分の両側（非リッジ部分）4bは、リッジ部分より薄くなっている。第2クラッド層4のリッジ部分の上には、p型GaInP中間層5とp型GaAsコンタクト層6が形成されている。ストライプ状リッジの両側には、n型Al_{0.6}Ga_{0.4}As層8d、n型GaAs可飽和吸収領域7、n型Al_{0.6}Ga_{0.4}As層8d、およびn型GaAs埋め込み層9が形成されている。半導体積層構造の上面にはp側電極10が設けられており、基板1の裏面にはn側電極11が設けられている。

【0011】

この従来例2の半導体レーザでは、埋め込み層中に形成した可飽和吸収領域においてレーザ光を吸収して生じたキャリアが蓄積することによって吸収飽和が起こり、従来例1と同様に自励発振が達成される。従来例1では、リッジサイドの活性層が可飽和吸収層として作用するが、リッジ内から横方向への電流の広がりがあるため、リッジサイドの活性層へもキャリアが注入されるので、レーザ光を吸

収してキャリアが生成されることによって起こる吸収量の変化が小さい。しかし、従来例 2 では、電流が流れない埋め込み層中に可飽和吸収層が形成されている。したがって、レーザ発振していない状態では可飽和吸収層中にはキャリアがなく、レーザ光を吸収してキャリアが生成されることによる吸収量の変化が大きくなる。また、従来例 2 では、リッジ形成後の再結晶成長の界面から離れたところに励起キャリアが生成される結果、その界面近傍の非発光中心にキャリアがトラップされることなく、可飽和吸収層が効果的に作用し得る。

【0012】

従来例 2 においても、自励発振を起こすためには可飽和吸収領域での光密度を高める必要があるが、そのために活性層を厚くする必要はなく、ビーム断面の楕円率の小さい自励発振型半導体レーザを提供することができる。

【0013】

【特許文献 1】

特許第 3199158 号明細書

【0014】

【特許文献 2】

特開平 7-193316 号公報

【0015】

【特許文献 3】

特許第 3268958 号明細書

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

埋め込み層中に可飽和吸収領域を形成した上述の自励発振型半導体レーザでは、70℃以上の高温または 6 mW 以上の光出力では自励発振が停止してしまうという問題が生じ得る。このような問題に鑑み、本発明は、高温において高出力で動作し得る自励発振型半導体レーザを提供することを目的としている。

【0017】

【課題を解決するための手段】

本発明の自励発振型半導体レーザでは、第 1 導電型の半導体基板上において、

第1導電型の第1クラッド層と、活性層と、ストライプ状リッジ部分を有する第2導電型の第2クラッド層とが順次積層されており、第2クラッド層のリッジ部両側面上およびリッジ部以外の平坦部上に形成された埋め込み層中において、第2クラッド層と同等以上の屈折率を有しかつレーザ発振光を吸収しない材料層を介して可飽和吸収層が設けられていることを特徴としている。

【0018】

すなわち、埋め込み層中の可飽和吸収層における光密度を上げるために、可飽和吸収層の下層または上層に、リッジ内クラッド層と同等以上の屈折率を有する層を設けることにより、その可飽和吸収領域に光が広がりやすくしていることを特徴としている。

【0019】

なお、本発明の自励発振型半導体レーザでは、屈折率の分布は活性層を中心にして積層方向に非対称にされ、さらにリッジ側へ光が広がりやすくすることが好ましい。

【0020】

上述のような本発明によれば、従来例2の自励発振型半導体レーザに比べて、埋め込み層中の可飽和吸収層の光密度を高くすることができ、より高温で高出力動作し得る自励発振型半導体レーザを提供することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

（実施形態1）

図1の模式的断面図において、本発明の実施形態1によるAlGaInP系半導体レーザが図解されている。この半導体レーザでは、n型GaAs基板1上において、n型(A₁0.65Ga_{0.35})InP第1クラッド層2、アンドープGaInP/A₁GaInPのSCH-MQW活性層3、p型(A₁0.65Ga_{0.35})InP第2クラッド層4、p型GaInP中間層5、およびp型GaAsコンタクト層6が順次積層されている。なお、SCH(Separation Confinement Heterostructure)-MQW活性層3は、交互に積層されたGaInP量子井戸層(4層、各層厚5nm)と(A₁0.50Ga_{0.50})InPバリア層(3層、各層厚5nm)

からなるMQW（多重量子井戸）を2つの（ $\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$ ）InPガイド層（各層厚50nm）で挟みこんだ構造を有している。

【0022】

第2クラッド層4はストライプ状のリッジ部分4aを有しており、そのリッジ部分両側の平坦部4bはリッジ部分より薄くなっている。p型クラッド層4のリッジ部分4aの両側面上および平坦部4b上には、可飽和吸収層7を含む埋め込み層が形成されている。

【0023】

可飽和吸収層7はアンドープGaInPからなり、第2クラッド層4より屈折率の大きいn型（ $\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$ ）InP層8を介して形成されている。また、可飽和吸収層7上にはn型GaAs層からなる電流阻止層9が形成されている。埋め込み層とp型コンタクト層との上にはAu/Mo/AuZnからなるp側電極10が設けられ、基板1の裏面上にはAu/Mo/Ni/AuGeからなるn側電極11が設けられている。

【0024】

図2（a）から図2（c）の模式的な断面図において、図1の半導体レーザを製造する方法の一例が図解されている。

【0025】

まず、図2（a）に示されているように、分子線エピタキシャル成長（MBE）法を用いて、基板1上にn型第1クラッド層2、活性層3、p型第2クラッド層4、p型中間層5、およびp型コンタクト層6を成長させる。

【0026】

次に、図2（b）に示されているように、フォトリソグラフィとエッチング技術を用いて、p型コンタクト層6、p型中間層5、およびp型第2クラッド層4のうちでストライプ状リッジ構造4aを構成しない部分を選択的に除去する。

【0027】

その後、図2（c）に示されているように、MBE法によって、n型AlGaInP層8、可飽和吸収層7、n型GaAs層9を順次成長（再結晶成長）させる。最後に、リッジ部分4aの上部に成長した不要層領域を選択的にエッチン

グで除去した後に、p 側と n 側の電極を形成する。

【0028】

可飽和吸収層 7 は、レーザ光を吸収して励起キャリアを生成するようなバンドギャップを有する半導体で形成されている。他方、AlGaInP 層 8 は、可飽和吸収層 7 よりも大きなバンドギャップを有していてレーザ光を吸収しない半導体層で形成されている。その AlGaInP 層 8 は、可飽和吸収層 7 内で生じた励起キャリアが再結晶成長界面上の非発光再結合中心（界面トラップ）において再結合して消滅することを防止するために必要である。本実施形態 1 においては、第 2 クラッド層 4 よりも大きい屈折率を有する AlGaInP 層 8 は、レーザ光を可飽和吸収層 7 へ広げるようも機能する。その結果、可飽和吸収層 7 中の光密度が大きくなって、半導体レーザが自励発振しやすくなる。

【0029】

図 3 のグラフは、実施形態 1 の半導体レーザにおいて、AlGaInP 層 8 の Al 組成比を変化させながら、光出力 5 mW で自励発振が得られる最大温度を調べた結果を示している。ただし、AlGaInP 層 8 の厚さは、0.01 nm に設定された。このグラフにおいて、第 2 クラッド層と同じ Al 組成比 0.65 を境にして、AlGaInP 層 8 の屈折率が大きい方の領域で自励発振が生じる温度が改善され、70℃以上での自励発振動作が得られている。

【0030】

また、図 4 のグラフは、実施形態 1 の半導体レーザにおいて、AlGaInP 層 8 の厚さを変化させながら、光出力 5 mW で自励発振が得られる最大温度を調べた結果を示している。ただし、AlGaInP 層 8 の Al 組成比は、0.50 に設定された。AlGaInP 層 8 の厚さが 0.005 μ m より薄くなれば、再成長界面の影響が生じて、可飽和吸収領域 7 内でキャリアがたまりにくくなり、自励発振しにくくなっている。

【0031】

（実施形態 2）

図 5 の模式的断面図において、本発明の実施形態 2 による AlGaInP 系半導体レーザが図解されている。この半導体レーザでは、n 型 GaAs 基板 1 上に

において、n型 ($\text{Al}_{0.65}\text{Ga}_{0.35}$) InP 第1クラッド層2、アンドープGaInP/AlGaInPのSCH-MQW活性層3、p型 ($\text{Al}_{0.65}\text{Ga}_{0.35}$) InP 第2クラッド層4、p型GaInP中間層5、およびp型GaAsコンタクト層6が順次積層されている。SCH-MQW活性層3は、交互積層されたGaInP量子井戸層(4層、各層厚5nm)と($\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$) InPバリア層(3層、各層厚5nm)からなるMQWを2つの($\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$) InPガイド層(各層厚50nm)で挟みこんだ構造を有している。

【0032】

第2クラッド層4は、ストライプ状のリッジ部分4aを有しており、そのリッジ部分両側の平坦部4bは、リッジ部分より薄くなっている。p型クラッド層4のリッジ部分4aの両側面上および平坦部4b上には、可飽和吸収層7を含む埋め込み層が形成されている。

【0033】

可飽和吸収層7はアンドープGaInPからなり、そのリッジ側と反対側がそれぞれ第2クラッド層より屈折率の大きいn型($\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$) InP層8と第2クラッド層より屈折率の小さいn型($\text{Al}_{0.75}\text{Ga}_{0.25}$) InP層8bとで挟まれ、ダブルヘテロ構造を形成している。また、n型($\text{Al}_{0.75}\text{Ga}_{0.25}$) InP層8b上には、n型GaAs層からなる電流阻止層9が形成されている。埋め込み層とp型コンタクト層の上には、Au/Mo/AuZnからなるp側電極10が設けられ、基板1の裏面上にはAu/Mo/Ni/AuGeからなるn側電極11が設けられている。

【0034】

本実施形態2が実施形態1と異なる点は、リッジ部からみて可飽和吸収層7の反対側にもその可飽和吸収層7より大きなバンドギャップを有する半導体層8bを設けてダブルヘテロ構造としたことである。これによって、可飽和吸収層7内で光吸収によって生じたキャリアの拡散が抑えられ、可飽和吸収層7内に効率良くキャリアを蓄積することができる。

【0035】

可飽和吸収層7はそれ自体がレーザ光の吸収領域であるので、この部分の厚さ

はなるべく薄くすることが望ましい。本実施形態2では、キャリアを効率よく蓄積できるようにすることによって可飽和吸収層7を薄くすることができ、実施形態1に比べてしきい値電流を下げるができる。

【0036】

なお、本実施形態2では、可飽和吸収層7が単層構造で形成されているが、これをMQW構造で形成してもよい。

【0037】

(実施形態3)

図6の模式的断面図において、本発明の実施形態3によるAlGaInP系半導体レーザが図解されている。この半導体レーザでは、n型GaAs基板1上において、n型(A₁0.65Ga_{0.35})InP第1クラッド層2、アンドープGaInP/AlGaInPのSCH-MQW活性層3、p型(A₁0.65Ga_{0.35})InP第2クラッド層4、p型GaInP中間層5、およびp型GaAsコンタクト層6が順次積層されている。SCH-MQW活性層3は、交互に積層されたGaInP量子井戸層(4層、各層厚5nm)と(A₁0.50Ga_{0.50})InPバリア層(3層、各層厚5nm)からなるMQWを2つの(A₁0.50Ga_{0.50})InPガイド層(各層厚50nm)で挟みこんだ構造を有している。

【0038】

第2クラッド層4は、ストライプ状のリッジ部分4aを有しており、そのリッジ部分両側の平坦部4bはリッジ部分より薄くなっている。p型クラッド層4のリッジ部分4aの両側面上および平坦部4b上には、可飽和吸収層7を含む埋め込み層が形成されている。

【0039】

可飽和吸収層7はGaInP/(A₁0.65Ga_{0.35})InPのMQWからなり、p型の第2クラッド層4と同じ半導体組成のn型(A₁0.65Ga_{0.35})InP層8を介して形成されている。また、可飽和吸収層7上には、n型GaAs層からなる電流阻止層9が形成されている。埋め込み層とp型コンタクト層の上には、Au/Mo/AuZnからなるp側電極10が設けられ、基板1の裏側にはAu/Mo/Ni/AuGeからなるn側電極11が設けられている。

【0040】

本実施形態3の場合、p型クラッド層4と埋め込み層中のn型AlGaInP層8は同じ半導体組成であるので、成長の際には半導体組成の設定を共有でき、より簡易な層成長が可能となる。

【0041】

(実施形態4)

図7の模式的断面図において、本発明の実施形態4によるAlGaInP系半導体レーザが図解されている。この半導体レーザでは、n型GaAs基板1上において、n型(A_l0.65Ga_{0.35})InP第1クラッド層2、アンドープGaInP／AlGaInPのSCH-MQW活性層3、p型(A_l0.65Ga_{0.35})InP第2クラッド層4、p型GaInP中間層5、およびp型GaAsコンタクト層6が順次積層されている。SCH-MQW活性層3は、交互に積層されたGaInP量子井戸層(4層、各層厚5nm)と(A_l0.50Ga_{0.50})InPバリア層(3層、各層厚5nm)からなるMQWを2つの(A_l0.50Ga_{0.50})InPガイド層(各層厚50nm)で挟みこんだ構造を有している。

【0042】

第2クラッド層4はストライプ状のリッジ部分4aを有しており、そのリッジ部分両側の平坦部4bはリッジ部分より薄くなっている。p型クラッド層4のリッジ部分4aの両側面上および平坦部4b上には、可飽和吸収層7を含む埋め込み層が形成されている。

【0043】

可飽和吸収層7はアンドープGaInPからなり、そのリッジ側とその反対側がそれぞれ第2クラッド層より大きな屈折率を有するn型(A_l0.50Ga_{0.50})InP層8と第2クラッド層より小さな屈折率を有するn型(A_l0.75Ga_{0.25})InP層8bとで挟まれ、ダブルヘテロ構造を形成している。また、n型(A_l0.75Ga_{0.25})InP層8b上には、n型AlInP層からなる電流阻止層9bが形成されている。埋め込み層とp型コンタクト層の上には、Au／Mo／AuZnからなるp側電極10が設けられ、基板1の裏面上にはAu／Mo／Ni／AuGeからなるn側電極11が設けられている。

【0044】

本実施形態4が実施形態1から3までと異なる点は、リッジ部からみて可飽和吸収層7の反対側において、レーザ光の吸収がなくて屈折率の小さいn型(A_l0.75Ga_{0.25})InP層8bを用いていることである。実施形態1から3で用いていた可飽和吸収層7上のGaAs層9はレーザ光の吸収体であるので、その吸収損失に起因してしきい値電流が大きくなり、発光効率が低下する可能性がある。本実施形態4では、いわゆる吸収損失の少ない実屈折率ガイド構造が得られ、実施形態1から3と比べても、しきい値電流を下げかつ発光効率も高くすることができて、動作電流の低減がはかれ得る。

【0045】

(実施形態5)

図8の模式的断面図において、本発明の実施形態5によるAlGaInP系半導体レーザが図解されている。この半導体レーザでは、n型GaAs基板1上において、n型(A_l0.65Ga_{0.35})InP第1クラッド層2、アンドープGaInP/AlGaInPのSCH-MQW活性層3、p型(A_l0.65Ga_{0.35})InP第2クラッド層4、p型GaInP中間層5、およびp型GaAsコンタクト層6が順次積層されている。SCH-MQW活性層3は、交互に積層されたGaInP量子井戸層(4層、各層厚5nm)と(A_l0.50Ga_{0.50})InPバリア層(3層、各層厚5nm)からなるMQWを2つの(A_l0.50Ga_{0.50})InPガイド層(各層厚50nm)で挟みこんだ構造を有している。

【0046】

第2クラッド層4はストライプ状のリッジ部分4aを有しており、そのリッジ部分両側の平坦部4bはリッジ部分より薄くなっている。p型クラッド層4のリッジ部分4aの両側面上および平坦部4b上には、可飽和吸収層7を含む埋め込み層が形成されている。

【0047】

可飽和吸収層7はn型GaAsであり、第2クラッド層より屈折率の大きなn型A_l0.4Ga_{0.6}As層8bを介して形成されている。また、可飽和吸収層7上にはn型GaAs層からなる電流阻止層9が形成されている。埋め込み層とpコ

ンタクト層の上には、Au/Mo/AuZnからなるp側電極10が設けられ、基板1の裏面上にはAu/Mo/Ni/AuGeからなるn側電極11が設けられている。

【0048】

本実施形態5のAlGaInP系半導体レーザは、GaAsで可飽和吸収層7を形成したことにおいて、実施形態1から4と異なっている。実施形態1から4と本実施形態5とにおいてそれぞれ可飽和吸収層7に用いられたGaInPとGaAsとを比較すれば、GaAsにおける方が光励起でできるキャリア量に依存する吸収係数の変化が大きく、より効率よく可飽和吸収を生じ得る。その結果、可飽和吸収層7にGaAsを用いれば、GaInPを用いる場合と比べて、より高温または高出力での自励発振動作が得られる。

【0049】

(実施形態6)

図9の模式的断面図において、本発明の実施形態6によるAlGaInP系半導体レーザが図解されている。この半導体レーザでは、n型GaAs基板1上において、n型($\text{Al}_{0.65}\text{Ga}_{0.35}$)InP第1クラッド層2、アンドープGaInP/AlGaInPのSCH-MQW活性層3、p型($\text{Al}_{0.65}\text{Ga}_{0.35}$)InP第2クラッド層4、p型GaInP中間層5、およびp型GaAsコンタクト層6が順次積層されている。SCH-MQW活性層3は、交互に積層されたGaInP量子井戸層(4層、各層厚5nm)と($\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$)InPバリア層(3層、各層厚5nm)からなるMQWを2つの($\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$)InPガイド層(各層厚50nm)で挟みこんだ構造を有している。

【0050】

第2クラッド層4はストライプ状のリッジ部分4aを有しており、そのリッジ部分両側の平坦部4bはリッジ部分より薄くなっている。p型クラッド層4のリッジ部分4aの両側面上および平坦部4b上には、可飽和吸収層7を含む埋め込み層が形成されている。

【0051】

可飽和吸収層7はn型GaAs/Al_{0.4}Ga_{0.6}AsのMQW構造を有してお

り、第2クラッド層4より屈折率の大きなn型 $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}$ 層8を介して形成されている。また、埋め込み層もリッジストライプ形状にされ、その上に SiO_2 の絶縁膜12が形成されている。p型コンタクト層6と SiO_2 絶縁膜12の上には $\text{Au}/\text{Mo}/\text{AuZn}$ からなるp側電極10が設けられ、基板1の裏面上には $\text{Au}/\text{Mo}/\text{Ni}/\text{AuGe}$ からなるn側電極11が設けられている。

【0052】

本実施形態6の半導体レーザは、可飽和吸収層7を含む埋め込み層をリッジ形状にしたいわゆるエアリッジ構造を有し、これが実屈折率ガイドとなるので、実施形態5に比べてもしきい値電流をさらに下げることができ、また発光効率も高くできて動作電流の低減がはかれる。

【0053】

(実施形態7)

本発明の実施形態7による AlGaInP 系半導体レーザは、MQW発光層を挟むガイド層の厚さが互いに異なることを除けば、図9の半導体レーザと同様である。すなわち、n型 GaAs 基板1上において、n型($\text{Al}_{0.65}\text{Ga}_{0.35}$) InP 第1クラッド層2、アンドープ $\text{GaInP}/\text{AlGaInP}$ のSCH-MQW活性層3、p型($\text{Al}_{0.65}\text{Ga}_{0.35}$) InP 第2クラッド層4、p型 GaInP 中間層5、およびp型 GaAs コンタクト層6が順次積層されている。SCH-MQW活性層3は、交互に積層された GaInP 量子井戸層(4層、各層厚5nm)と($\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$) InP バリア層(3層、各層厚5nm)からなるMQWをp側($\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$) InP ガイド層(厚さ100nm)とn側($\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$) InP ガイド層(厚さ20nm)で挟みこんだ構造を有している。

【0054】

第2クラッド層4はストライプ状のリッジ部分4aを有しており、そのリッジ部分両側の平坦部4bはリッジ部分より薄くなっている。p型クラッド層4のリッジ部分4aの両側面上および平坦部4b上には、可飽和吸収層7を含む埋め込み層が形成されている。

【0055】

可飽和吸収層 7 は n 型 $\text{GaAs}/\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}$ の MQW 構造を有し、第 2 クラッド層より屈折率の大きな n 型 $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}$ 層 8 を介して形成されている。また、埋め込み層もリッジストライプ形状にされ、その上に SiO_2 の絶縁膜 12 が形成されている。 p 型コンタクト層 6 と SiO_2 絶縁膜 12 の上には、 $\text{Au}/\text{Mo}/\text{AuZn}$ からなる p 側電極 10 が設けられ、基板 1 の裏面上には $\text{Au}/\text{Mo}/\text{Ni}/\text{AuGe}$ からなる n 側電極 11 が設けられている。

【0056】

本実施形態 7 では、MQW 発光層を挟むガイド層の厚さを非対称にし、可飽和吸収層 7 がある p 側の方に光を広げる構成にされている。その結果、本実施形態 7 では、可飽和吸収層 7 における光密度が増大し、実施形態 6 に比べても、より効果的に自励発振を起こすことができる。

【0057】

(実施形態 8)

本発明の実施形態 8 による AlGaInP 系半導体レーザは、MQW 活性層を挟むクラッド層の組成比が互いに異なることを除けば、図 9 の半導体レーザと同様である。すなわち、 n 型 GaAs 基板 1 上において、 n 型 ($\text{Al}_{0.70}\text{Ga}_{0.30}$) InP 第 1 クラッド層 2、アンドープ $\text{GaInP}/\text{AlGaInP}$ の SCH-MQW 活性層 3、 p 型 ($\text{Al}_{0.60}\text{Ga}_{0.40}$) InP 第 2 クラッド層 4、 p 型 GaInP 中間層 5、および p 型 GaAs コンタクト層 6 が順次積層されている。SCH-MQW 活性層 3 は、交互に積層された GaInP 量子井戸層 (4 層、各層厚 5 nm) と ($\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$) InP バリア層 (3 層、各層厚 5 nm) からなる MQW を 2 つの ($\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$) InP ガイド層 (各層厚 50 nm) で挟みこんだ構造を有している。

【0058】

第 2 クラッド層 4 は、ストライプ状のリッジ部分 4a を有しており、そのリッジ部分両側の平坦部 4b は、リッジ部分より薄くなっている。 p 型クラッド層 4 のリッジ部分 4a の両側面および平坦部 4b 上には、可飽和吸収層 7 を含む埋め込み層が形成されている。

【0059】

可飽和吸収層 7 は n 型 $\text{GaAs}/\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}$ の MQW 構造を有し、第 2 クラッド層より屈折率の大きな n 型 $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}$ 層 8 を介して形成されている。また、埋め込み層もリッジストライプ形状にされ、その上に SiO_2 の絶縁膜を形成している。p コンタクト層と SiO_2 絶縁膜の上には、 $\text{Au}/\text{Mo}/\text{AuZn}$ からなる p 側電極 10 が設けられ、基板 1 の裏側には $\text{Au}/\text{Mo}/\text{Ni}/\text{AuGe}$ からなる n 側電極 11 が設けられている。

【0060】

本実施形態 8 では、MQW 活性層 3 を挟む 2 つのクラッド層 1、4 の半導体組成比が非対称にされ、第 1 クラッド層 1 に比べて第 2 クラッド層 4 の屈折率を大きくすることによって、可飽和吸収層 7 がある p 側の方に光を広げる構成にされている。その結果、本実施形態 8 では可飽和吸収層 7 における光密度が増大し、実施形態 6 に比べても、より効果的に自励発振を起こすことができる。

【0061】

(実施形態 9)

図 10 の模式的な断面図は、本発明の実施形態 9 による $\text{AlGaInP}/\text{AlGaAs}$ 系の 2 波長半導体レーザを図解している。この半導体レーザでは、n 型 GaAs 基板 1 上において、n 型 ($\text{Al}_{0.65}\text{Ga}_{0.35}$) InP 第 1 クラッド層 2、アンドープ $\text{GaInP}/\text{AlGaInP}$ の SCH-MQW 活性層 3、p 型 ($\text{Al}_{0.65}\text{Ga}_{0.35}$) InP 第 2 クラッド層 4、p 型 GaInP 中間層 5、および p 型 GaAs コンタクト層 6 が順次積層された第 1 のリッジ部分 4c を含んでいる。SCH-MQW 活性層 3 は、交互に積層された GaInP 量子井戸層 (4 層、各層厚 5 nm) と ($\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$) InP バリア層 (3 層、各層厚 5 nm) からなる MQW を 2 つの ($\text{Al}_{0.50}\text{Ga}_{0.50}$) InP ガイド層 (厚さ 50 nm) で挟みこんだ構造を有している。

【0062】

また、本半導体レーザは、同一の n 型 GaAs 基板 1 上において、n 型 $\text{Al}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 第 1 クラッド層 2a a、アンドープ $\text{GaAs}/\text{AlGaAs}$ の SCH-MQW 活性層 3a a、p 型 ($\text{Al}_{0.65}\text{Ga}_{0.35}$) InP 第 2 クラッド層 4a a、および p 型 GaAs コンタクト層 6 が順次積層された第 2 のリッジ部分 4

dをも含んでいる。SCH-MQW活性層 3 a a は、GaAs 量子井戸層（4 層、厚さ 5 nm）と $Al_{0.45}Ga_{0.55}As$ バリア層（3 層、厚さ 5 nm）からなる MQW を $Al_{0.15}Ga_{0.85}As$ ガイド層（厚さ 50 nm）で挟みこんだ構造を有している。

【0063】

二つのリッジ部分 4 c、4 d は、共通する可飽和吸収層 7 を含む埋め込み層を形成した後にリッジストライプ形状に加工され、その上に SiO_2 の絶縁膜 12 が形成されている。p 型コンタクト層 6 と SiO_2 絶縁膜 12 の上には、Au/Mo/AuZn からなる p 側電極 10 が設けられ、基板 1 の裏面上には Au/Mo/Ni/AuGe からなる n 側電極 11 が設けられている。可飽和吸収層 7 は n 型 GaAs/ $Al_{0.4}Ga_{0.6}As$ の MQW 構造を有し、第 2 クラッド層より屈折率の大きな n 型 $Al_{0.4}Ga_{0.6}As$ 層 8 を介して形成されている。

【0064】

本実施例 9 の半導体レーザでは、リッジ部 4 c 下の活性層 3 からは波長 650 nm 帯の赤色レーザ光が放射され、リッジ部 4 d 下の活性層 3 a a からは波長 780 nm 帯の近赤外レーザ光が放射され得る。両方のリッジ部 4 c、4 d に共通する可飽和吸収層 7 の作用により、いずれもリッジ部においても自励発振動作が得られる。

【0065】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、埋め込み層中に形成した可飽和吸収層における光密度を上げることができ、垂直放射角を大きくすることなくビーム断面の楕円率が小さくて高温で安定に動作する低雑音の自励発振型半導体レーザが提供され得る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態 1 による自励発振型半導体レーザを示す模式的な断面図である。

【図 2】 図 1 の自励発振型半導体レーザの製造方法を図解する模式的な断面図である。

【図 3】 図 1 の自励発振型半導体レーザにおいて、AlGaInP 層の Al 組成比と自励発振が得られる最大温度との関係を示すグラフである。

【図 4】 図 1 の自励発振型半導体レーザにおいて、AlGaInP 層の厚さと自励発振が得られる最大温度との関係を示すグラフである。

【図 5】 本発明の実施形態 2 による自励発振型半導体レーザを示す模式的な断面図である。

【図 6】 本発明の実施形態 3 による自励発振型半導体レーザを示す模式的な断面図である。

【図 7】 本発明の実施形態 4 による自励発振型半導体レーザを示す模式的な断面図である。

【図 8】 本発明の実施形態 5 による自励発振型半導体レーザを示す模式的な断面図である。

【図 9】 本発明の実施形態 6 による自励発振型半導体レーザを示す模式的な断面図である。

【図 10】 本発明の実施形態 9 による自励発振型半導体レーザを示す模式的な断面図である。

【図 11】 従来例 1 による自励発振型半導体レーザを示す模式的な断面図である。

【図 12】 従来例 2 による自励発振型半導体レーザを示す模式的な断面図である。

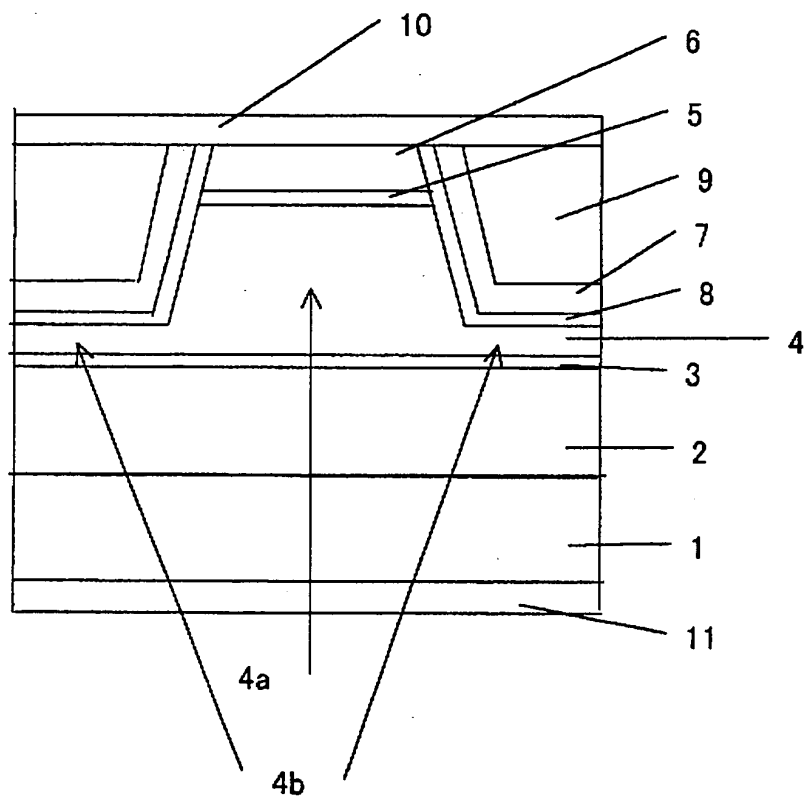
【符号の説明】

1 n 型 GaAs 基板、2 n 型 (Al_{0.65}Ga_{0.35}) InP 第 1 クラッド層、2a a n 型 Al_{0.45}Ga_{0.55}As 第 1 クラッド層、3 アンドープ GaInP / AlGaInP の SCH-MQW 活性層、3a a アンドープ GaAs / AlGaAs の SCH-MQW 活性層、4 p 型 (Al_{0.65}Ga_{0.35}) InP 第 2 クラッド層、4a a p 型 (Al_{0.65}Ga_{0.35}) InP 第 2 クラッド層、4a ストライプ状のリッジ部分、4b リッジ部分両側の平坦部、4c 第 1 のリッジ部分、4d 第 2 のリッジ部分、5 p 型 GaInP 中間層、6 p 型 GaAs コンタクト層、7 可飽和吸収層、8 n 型 (Al_{0.50}Ga_{0.50}) InP 層、

8b n型 $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}$ 層、8d n型 $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{As}$ 層、9 n型 GaAs 電流阻止層、9b n型 AlInP 電流阻止層、10 $\text{Au}/\text{Mo}/\text{AuZn}$ のp側電極、11 $\text{Au}/\text{Mo}/\text{Ni}/\text{AuGe}$ のn側電極、12 SiO_2 絶縁膜。

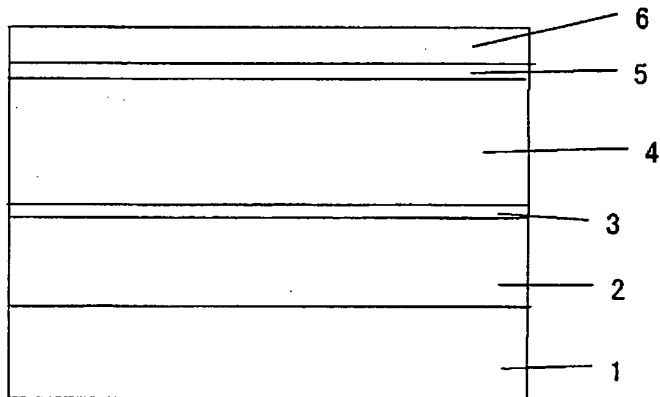
【書類名】 図面

【図 1】

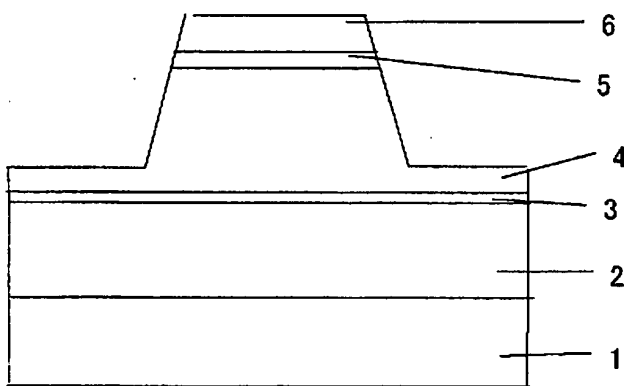


【図 2】

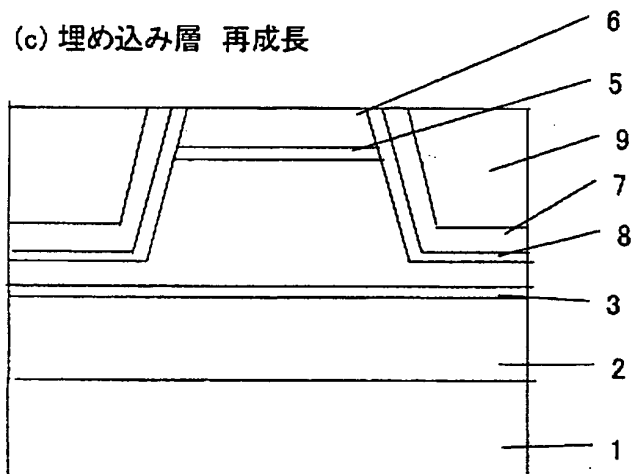
(a) MBE成長



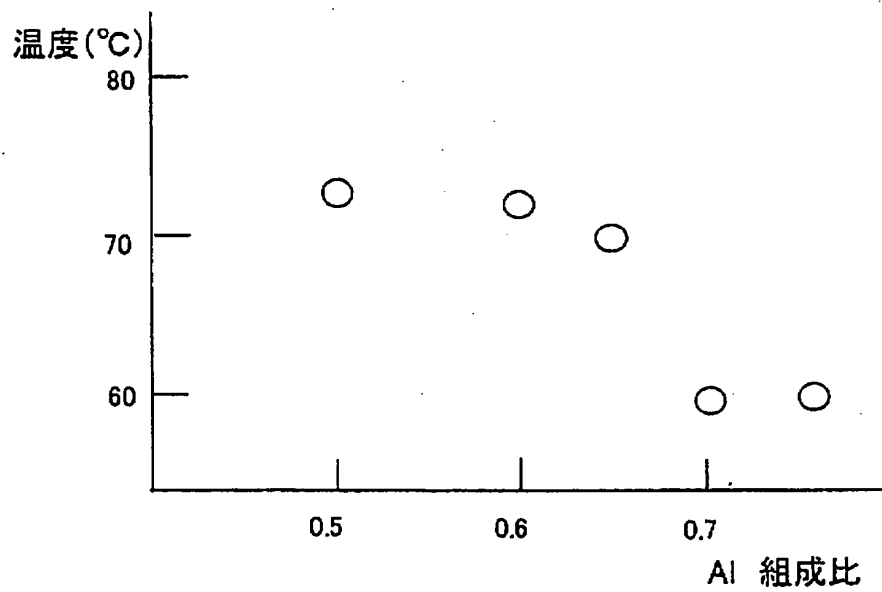
(b) リッジストライプ形成



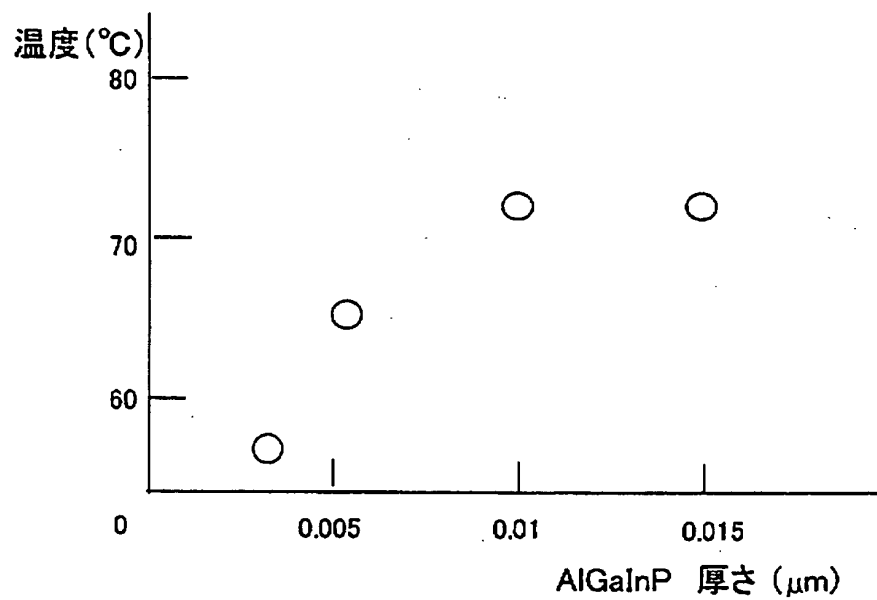
(c) 埋め込み層 再成長



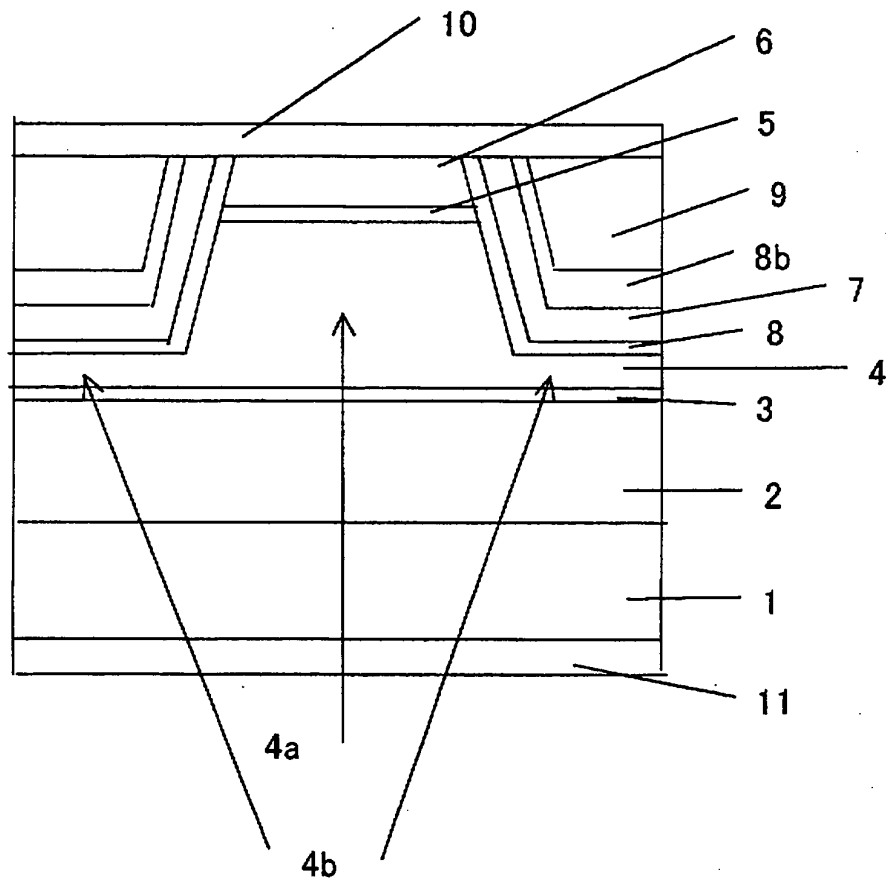
【図 3】



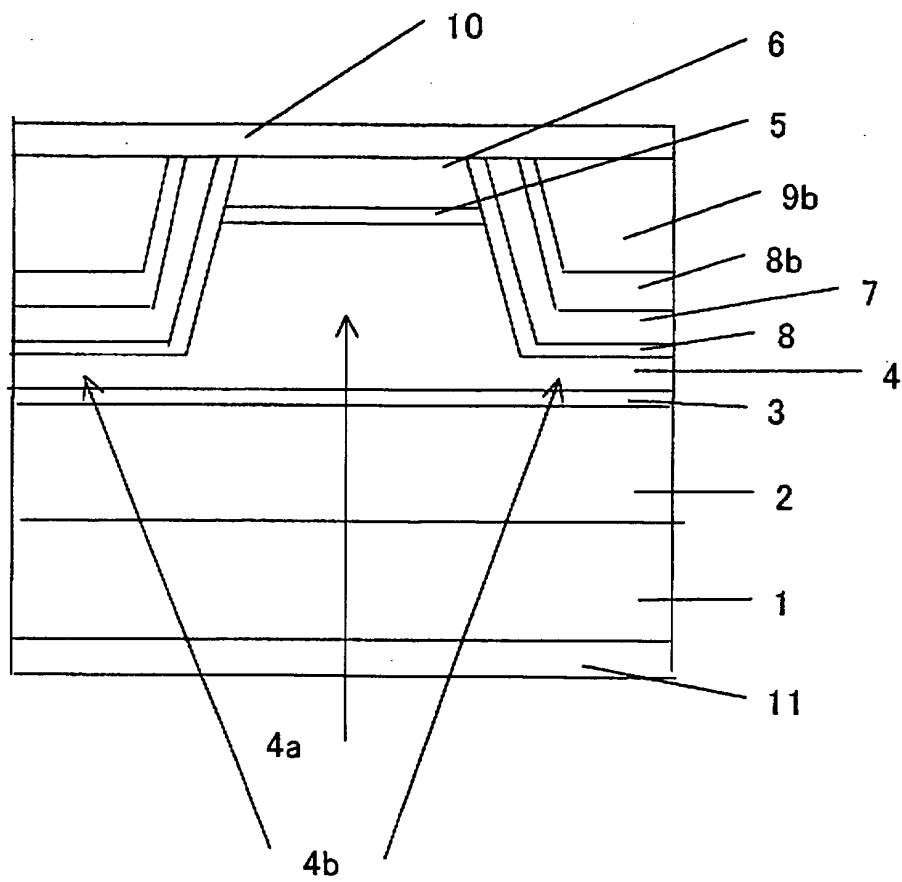
【図 4】



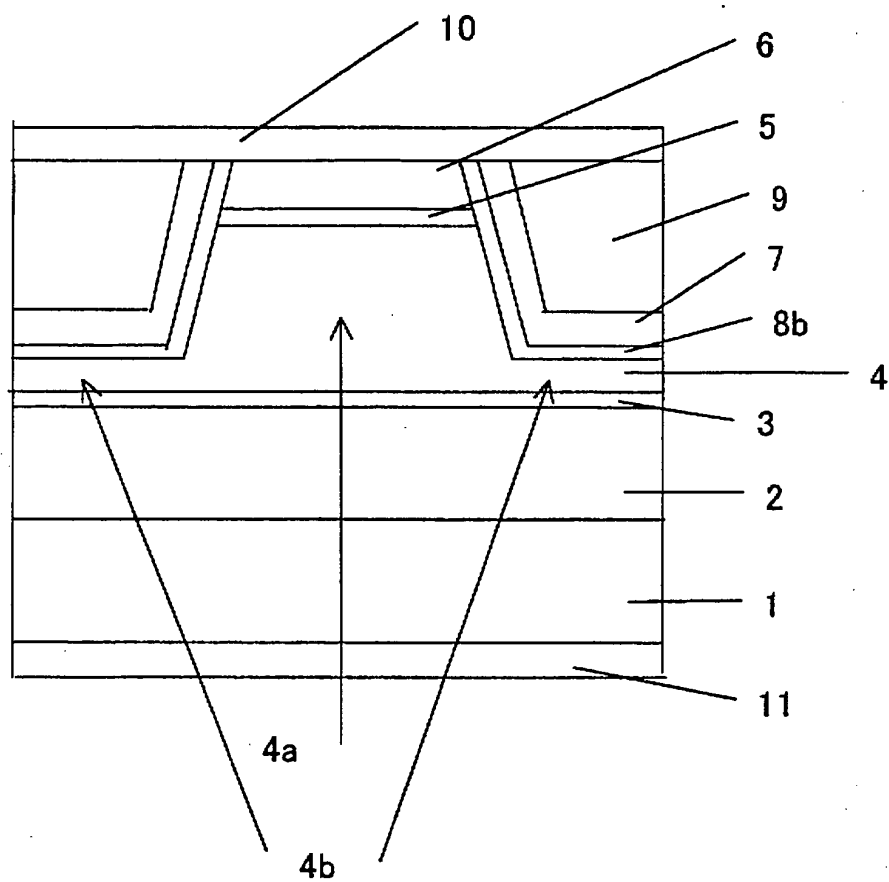
【図 5】



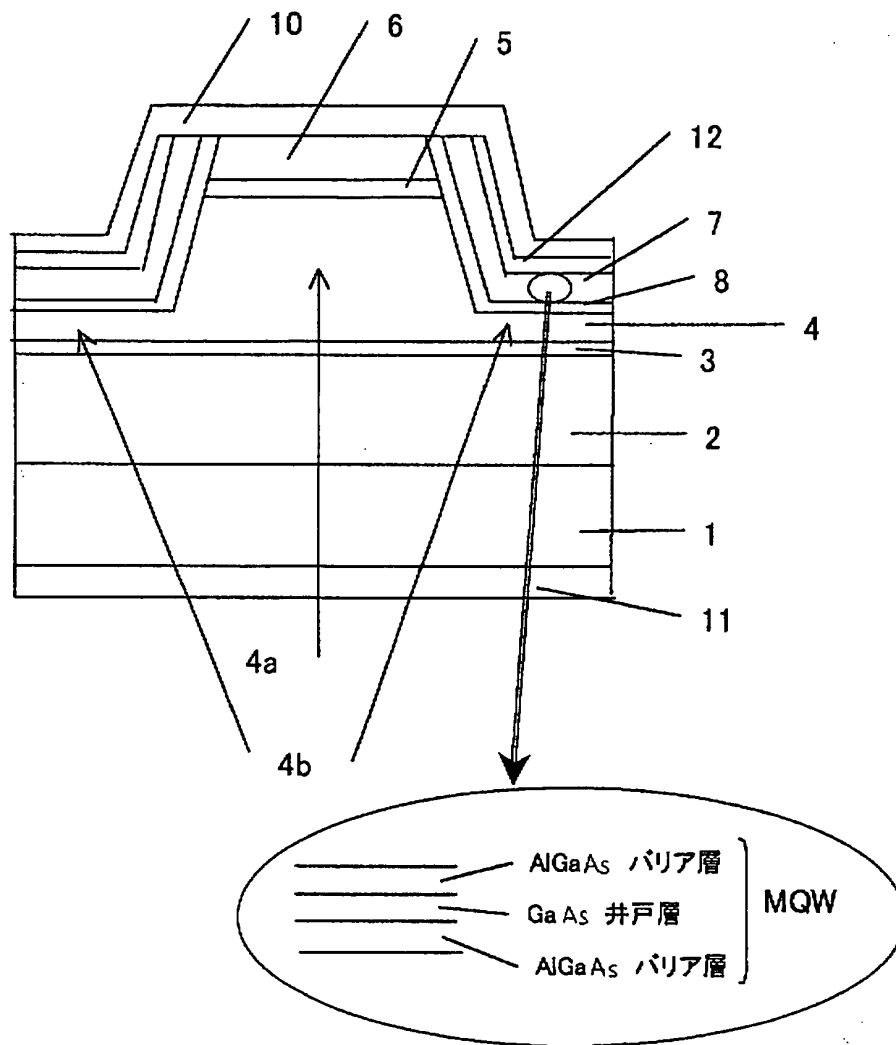
【図 7】



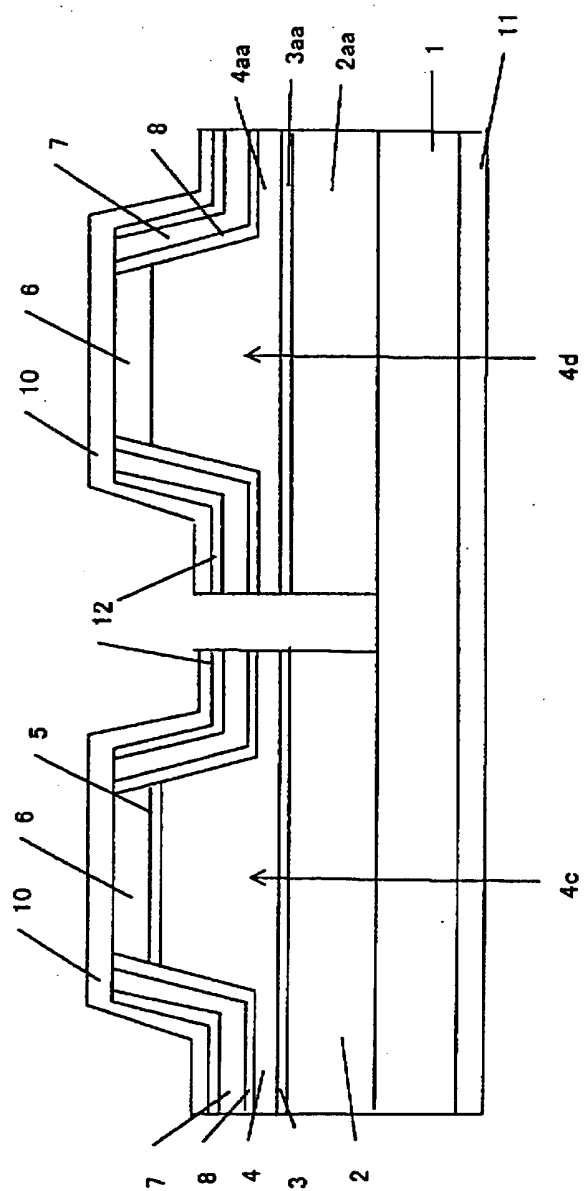
【図 8】



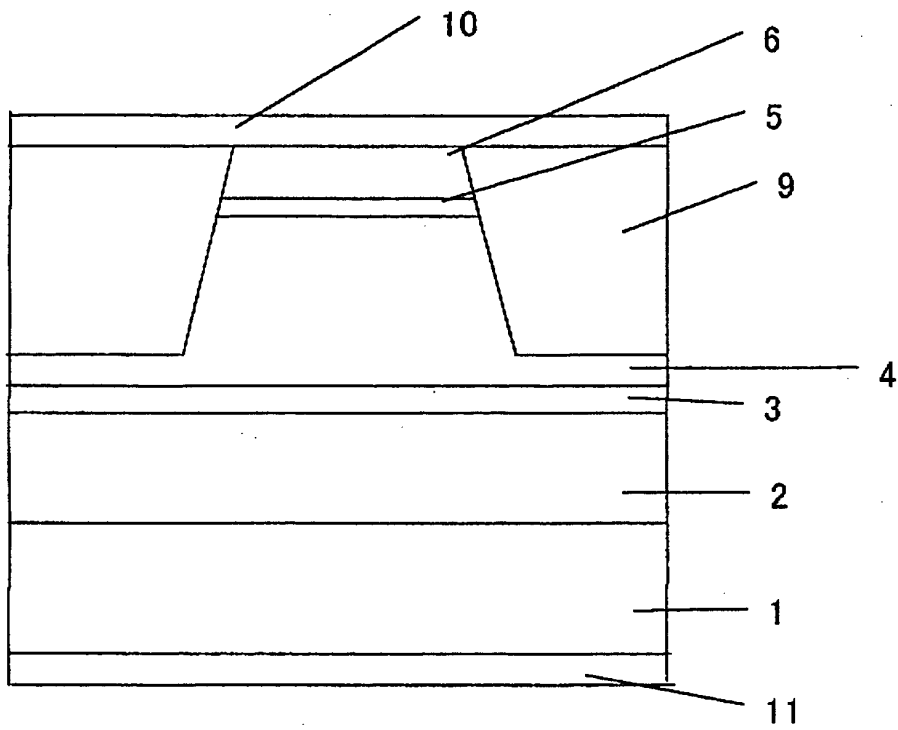
【図 9】



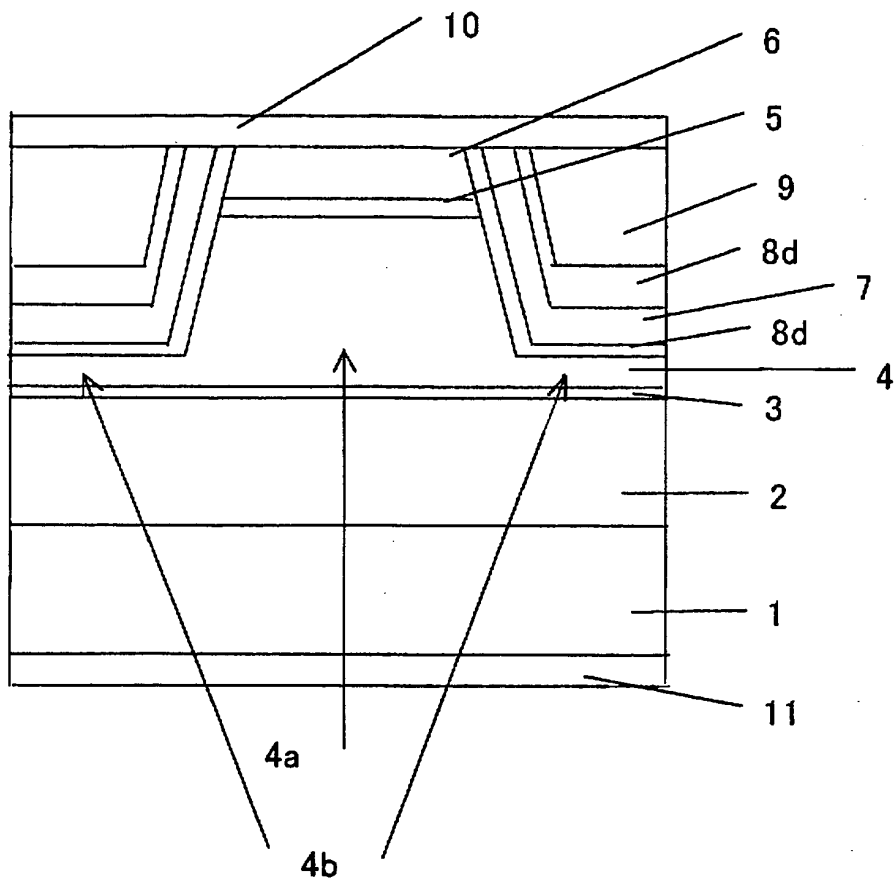
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高温において高出力で動作し得る自励発振型半導体レーザを提供する

。

【解決手段】 自励発振型半導体レーザにおいて、第1導電型の半導体基板（1）上で、第1導電型の第1クラッド層（2）と、活性層（3）と、ストライプ状リッジ部分を有する第2導電型の第2クラッド層（4）とが順次積層されており、第2クラッド層（4）のリッジ部両側面上およびリッジ部以外の平坦部上に形成された埋め込み層中において、第2クラッド層と同等以上の屈折率を有しかつレーザ発振光を吸収しない材料層（8）を介して可飽和吸収層（7）が設けられている。

【選択図】 図1



特願 2 0 0 2 - 3 3 0 7 0 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社